



## Von Aluprofil bis Zwischenring

Die Menge an Objektiven, die sich adaptieren lässt, ist schier unendlich und reicht von einfach über hochwertig bis hin zu exotisch. Um sie an einer modernen Kamera zu nutzen, muss eine Verbindung hergestellt werden, für die sich unterschiedliche Herangehensweisen anbieten. Welche Materialien geeignet sind, welches Werkzeug zum Einsatz kommt und auf welche Lösungen Sie setzen können, erfahren Sie in diesem Kapitel.



## Werkzeug und Material



*Mit einfachen Mitteln zum Ziel:  
Außer einem Akkuschauber  
benötigt man am Anfang  
lediglich manuelle Werkzeuge.*

Dieses Buch ist ein DIY-Buch. Damit die Projekte auch ohne großen Maschinenpark realisierbar sind, ist außer einem Akkuschauber bzw. einer Bohrmaschine mit Bohrständler und einem kleinen Tellerschleifer nur Handwerkzeug zum Einsatz gekommen. Natürlich lassen sich manche Dinge, etwa die Objektivhalteplatten der Fachkamera, auch per Laser aus Aluminium schneiden oder Adapter für Sucherkameras mit einem 3D-Drucker anfertigen. Das ist für manchen auch die richtige Lösung. Persönlich finde ich es aber sehr spannend, so weit wie möglich manuell zu arbeiten.

### Ein paar Worte zur Sicherheit

Da sich die hier verwendeten Kartons und Kunststoffplatten relativ gut mit einem Cutter schneiden lassen, sollte ein Schneidelineal mit Fingerschutzkante zum Schutz der eigenen Finger nicht fehlen. Für den Notfall sollte man auch einen Erste-Hilfe-Kasten in greifbarer Nähe haben.

**ACHTUNG:** Keine Kameras mit integriertem Blitzgerät auseinanderbauen! Die Hochspannung im Kondensator des Blitzgerätes kann zu schwerwiegenden Verletzungen führen.

## Das richtige Werkzeug

Viele der benötigten Werkzeuge finden sich ohnehin in den meisten Haushalten. Es sind also keine großen Investitionen notwendig, um mit der Arbeit zu beginnen. Wichtig zum Zerlegen von Objektiven und Kameras ist allerdings ein Objektivschlüssel. Dieses Werkzeug bekommt man relativ günstig im Internet. Ein Satz Uhrmacherschraubenzieher sollte auch nicht fehlen. Hier sollte man auf Qualität achten, da die sehr feinen Spitzen schnell abbrechen können. Investitionen, die sich lohnen, wenn man mit Holz arbeiten möchte, sind eine gute Japansäge und eine exakte, kleine Gehrungslade. Damit macht das Arbeiten wirklich Spaß, und die Ergebnisse überzeugen. Plant man umfangreichere Holzarbeiten, sind eine Standbohrmaschine und ein Tellerschleifer sinnvoll.

### Werkzeug zum Zerlegen von Kameras und Objektiven

- Uhrmacherschraubenzieher
- Objektivschlüssel
- kleine Zange
- Filterklemmen

### Werkzeug zum Bearbeiten von Papier und Karton

- Cutter
- Schneidelineal mit Fingerschutzkante
- Kreisschneider
- Stahllineal
- Geodreieck
- Bleistift
- wasserfeste Stifte
- Falzbein
- Schneidematte

### Werkzeug zur Holzbearbeitung

- Japansäge
- Akkuschauber
- Bohrer in unterschiedlichen Stärken
- Senker
- Gehrungslade
- Schleifpapier ca. 80er bis 1200er
- Leimzwingen

### Werkzeug zur Metallbearbeitung

- Metallfeilen
- kleine Metallsäge
- Stufenbohrer

### Hilfsmittel zur Reinigung

- Kosmetikpinsel
- Blasebalg
- fusselfreie Tücher
- Glasreiniger
- Isopropylalkohol
- Wattestäbchen

### Klebstoffe

- Kunststoffkleber
- Zwei-Komponenten-Kleber
- Sekundenkleber
- Holzleim
- Allzweckkleber
- Doppelklebeband

### Finish und Oberflächenveredelung

- Lackierpinsel
- feine Pinsel zum Ausbessern
- Stahlwolle (Sorte 000)

## Baumaterialien

Bei der Wahl des Materials für Adaptionen und Kamerabau gibt es heutzutage eine relativ große Auswahl an unterschiedlichsten Werkstoffen. Bei der hier zusammengestellten Auswahl habe ich besonderen Wert auf die einfache Verarbeitbarkeit, aber auch auf möglichst geringes Gewicht gelegt.

### Karton und Papier

Durchgefärbte, schwarze Kartons in einer Stärke von 2 bis 3 mm sind stabil, lassen sich gut mit einem Cutter schneiden und einfach verkleben. Durch das geringe Gewicht eignen sie sich auch für größere Konstruktionen. Man findet sie unter der Bezeichnung »Präsentationskartons« im grafischen Fachhandel.

Schwarzes Tonpapier mit einem Gewicht von ca. 170 g/m<sup>2</sup> ist eine gute Basis für Balgenkonstruktionen. Farbige Balgen sehen extravagant aus, müssen aber innen noch geschwärzt werden. Geprägte Papiere gibt es in unterschiedlichen Ausführungen als Lederimitat oder mit geometrischen Strukturen. Interessante Varianten finden sich im Bereich Buchbinderbedarf unter dem Begriff »Eidechsenpapier«.

Ein Nachteil von Karton und Papier ist allerdings, dass sie empfindlich gegen Feuchtigkeit sind. Sie sollten daher eventuell noch mit Klarlack überzogen werden.

### Kunststoffe

Kunststoffplatten gibt es in unterschiedlichen Stärken. Ihr Vorteil: Sie sind sehr formstabil und wasserfest. 3 mm starke Platten findet man unter der Bezeichnung PVC-Hartschaumplatte in vielen Baumärkten. Sie lassen sich problemlos mit einem scharfen Cutter bzw. mit einem Schneidezirkel in die gewünschte Form bringen, sind aber etwas druckempfindlich.

Für kleinere Teile lassen sich die Rückseiten von CD-Trays verwenden. Dünne Gummimatten und Moosgummi eignen sich, um Lichtdichtungen herzustellen. Kunststoffprofile lassen sich als Führungsschienen oder als Abschlussprofile einsetzen.

### Holz

Holz ist ein universeller Werkstoff, der sich einfach bearbeiten lässt und attraktiv aussieht. Gut geeignet sind dünne Leisten aus Buche oder Nussbaum, die man zu Platten oder individuellen Profilen zusammenleimen kann. Zusammen mit dünnen Furnieren als Zwischenlage lassen sich so reizvolle Oberflächenstrukturen erstellen.



Sperrholz eignet sich zum Bau größerer Gehäuse. Die Oberfläche kann lackiert oder furniert werden. Während Pappel-Sperrholz sehr leicht ist, haben Sperrholzplatten aus Birke, Kiefer oder Buche eine sehr hohe Stabilität. Ab einer Stärke von 12 mm und mehr als fünf Furnierlagen bezeichnet man den Werkstoff als Multiplex. Diese Platten eignen sich beispielsweise als Grundplatte für eine Laufbodenkamera.

### **Textile Werkstoffe**

Zur Anfertigung eines Weitwinkelbalgens habe ich schwarzen Softshell verwendet. Er ist leicht dehnbar und in einer stärkeren bzw. auf der Innenseite aufgerauten Qualität auch hinreichend lichtdicht.

Tolex ist ein Bezugsstoff, der oft zum Beziehen von Gitarrenverstärkern und Flightcases verwendet wird. Er ist deutlich strapazierfähiger als Kunstleder und nicht nur in Schwarz erhältlich. Schlangenleder- und Tweedimitat, verschiedene Farben und Oberflächenprägungen lassen kaum Wünsche offen, wenn man nach einem besonderen Material für das Finish eines Kameragehäuses sucht.

Kunstleder gibt es ebenfalls in vielen interessanten Varianten. Es ist jedoch etwas dicker mit einer weicheren Oberfläche.

### **Aluminiumprofile**

Aluminiumprofile finden sich in so gut wie jedem Baumarkt in den unterschiedlichsten Formen und Längen. Sie lassen sich mit einer Metallsäge auf die gewünschte Länge kürzen. Besonders interessant sind C-Profile, die sich einfach als Führungsschienen einsetzen lassen.

Systemprofile werden beispielsweise für die Rahmenkonstruktion von 3D-Druckern, aber zum Teil auch für ganze Fertigungsstraßen eingesetzt. In diesem Buch bilden sie zum Beispiel die Basis für eine Shift-/Tilt-Kamera. Es gibt sie in unterschiedlichen Stärken. Durch die genormte Nut und passende, »Nutensteine« genannte Muttern lassen sich die Profile verbinden bzw. mit Anbauteilen versehen. Weiteres Zubehör sind Scharniere, Endkappen, Eckverbinder usw. Diese Profile bezieht man am einfachsten über das Internet. Viele Lieferanten bieten übrigens auch einen millimetergenauen Zuschnitt an, den man nutzen sollte.

### **Farben**

Klarlack aus der Sprühdose eignet sich nicht nur zur Endbehandlung von Gehäusen, sondern auch, um einen Balgen aus

Tonpapier vor Feuchtigkeit zu schützen. Hier sollte man aber sehr vorsichtig in mehreren dünnen Schichten lackieren.

Furnierte oder massive Holzflächen, die mit Klarlack lackiert wurden, lassen sich im Anschluss mit 000-Stahlwolle mattieren. Das ergibt eine haptisch sehr angenehme Oberfläche.

Schwarze, wasserlösliche Acrylfarbe eignet sich, um das Innere einer Kamera oder einer Adapterkonstruktion zu schwärzen oder eventuelle Lichtlecks auszubessern. Sie trocknet wasserfest auf und ist einfach zu verarbeiten. Eine Alternative dazu ist matter schwarzer Lack.

### Schrauben und Muttern

1/4-Zoll- und 3/8-Zoll-Schrauben und -Muttern, also die klassischen Fotogewinde, gibt es im Fotozubehörhandel. Schrauben kann man nie genug haben. Zerlegt man eine alte Kamera, sollte man nicht nur das benötigte Objektiv, sondern auch das Stativgewinde mit ausbauen.

Benötigt man ein 1/4-Zoll-oder 3/8-Zoll-Gewinde in einem speziellen Bauteil, lohnt sich ein Gewindeschneide-Set für Fotogewinde. Damit lässt sich zum Beispiel ein Stativgewinde in eine Aluleiste schneiden.

### Klebstoffe und Leime

Die Auswahl an Klebstoffen ist heutzutage sehr groß. Für so gut wie jedes Material gibt es mittlerweile einen Spezialkleber. Ein wichtiger Grund, warum ich bei den hier vorgestellten Projekten oft Holz oder Karton einsetze, ist nicht nur die einfache Bearbeitung, sondern auch die gute Verbindbarkeit. Während man für viele Kunststoffe spezielle Kleber benötigt, ist bei Holz und Karton ganz normaler Weißleim die richtige Wahl. Genauer gesagt: Express-Leim, der innerhalb von einigen Minuten anzieht. Damit lassen sich dauerhafte Verbindungen herstellen, die sich innerhalb der ersten Minuten auch noch korrigieren lassen. Auch Kunstleder und Tolex lassen sich gut mit Express-Holzleim auf Karton und Holz verkleben. Möchte man ein Gehäuse mit strukturiertem Papier veredeln, bietet sich normaler Kleister an. Alleskleber eignet sich vor allem für Bauteile aus Papier wie zum Beispiel Balgen.

Zwei-Komponenten-Kleber gibt es in unterschiedlichen Ausführungen, die sich hauptsächlich durch die Trocknungszeit unterscheiden. Sie erlauben das Verkleben von vielen Materialien wie Glas, Holz, Metall und einiger Kunststoffe. Die Verbindung hält größeren mechanischen Belastungen stand.



Bei den hier vorgestellten Projekten kommt Zwei-Komponenten-Kleber beispielsweise zum Verkleben von Aluprofilen beim Bau von Kamera-Standarten zum Einsatz. Da der Kleber einige Zeit bearbeitbar bleibt, müssen die Werkstücke bis zum Aushärten in exakt der richtigen Position fixiert werden. Kleberreste lassen sich nur sehr schwer entfernen, daher ist es sinnvoll, Handschuhe zu tragen und keine optischen Bauteile damit zu verkleben.

Sekundenkleber erfüllt eigentlich viele Voraussetzungen für die Verbindung unterschiedlicher Materialien. Leider kann es je nach Kleber und Material passieren, dass der Kleber mit umliegenden Teilen reagiert und diese leicht weißlich anlaufen. Zudem sind versehentlich an die falsche Stelle geratene Kleberspuren kaum zu entfernen. Gelangt Sekundenkleber auf eine Linse, kann dies das ganze Projekt ruinieren.

Heißkleber eignet sich gut zum vorübergehenden Fixieren von Bauteilen, hält aber keinen großen Belastungen stand. Will man nur ausprobieren, ob die Kombination bestimmter Teile den eigenen Vorstellungen entspricht, ist Heißkleber wesentlich besser geeignet, als wenn man die Teile umständlich mit Klebeband verbindet.

Grundsätzlich sollte man sich vor dem Einsatz die Gebrauchsanweisung eines Klebstoffs gut durchlesen und überlegen, welche Alternativen es gibt. Manchmal sind mechanische Verbindungen die sinnvollere Lösung.



*Wattestäbchen, ein Blasebalg, Isopropylalkohol, Glasreiniger, fusselfreie Tücher und ein weicher Kosmetikpinsel ermöglichen eine schonende Reinigung der Bauteile.*

## Sauber arbeiten

Schleifstaub, Sägespäne, Rückstände vom Bohren und Feilen: All das sind Dinge, die dem Kamerasensor und optischen Bauteilen nicht sehr gut bekommen. Zudem kommt man beim Zerlegen einer Kamera unweigerlich mit Schmierstoffen in Berührung. Es ist daher sinnvoll, alle Bauteile der Eigenkonstruktion nach dem Bearbeiten noch einmal gründlich zu reinigen und auch die Hände zu waschen – selbst wenn man nur kurz ausprobieren will, ob alles passt. Zu schnell hat sich sonst der Staub irgendwo festgesetzt, wo man ihn nicht haben möchte.

Die vorsichtige Entfernung von Schleifstaub gelingt mit einer Kombination aus einem Blasebalg und einem weichen Kosmetikpinsel. Zur Reinigung von Linsen hat sich bei mir ein milder Glasreiniger bewährt.

Die Kamera selber sollte man während der Arbeiten besser in einem anderen Raum aufbewahren, zumindest aber mit einem Kameradeckel verschließen.

## DIY und Ästhetik

Selbstbauprojekte müssen nicht nach Bastelkeller aussehen. Sicherlich kann man die Qualität einer industriellen Fertigung nicht erreichen, aber durch die gezielte Auswahl der Materialien und durch die Verwendung guten Werkzeugs lässt sich ein harmonisch wirkendes Endergebnis erzielen.

Manchmal sind es nur Kleinigkeiten, die ein gutes Resultat ausmachen, wie zum Beispiel die Verwendung zueinander passender Schrauben. Aber auch die Veredelung der Oberflächen mit Furnier, Tolex oder Lack, das konsequente Schleifen von Oberflächen bzw. das Entgraten von Kanten tragen zu einem ästhetischen Gesamtbild bei. Klebe- und Leimstellen sollte man so platzieren, dass sie möglichst nicht direkt sichtbar sind.

Der Unterschied zwischen einem mittelmäßigen und einem guten Ergebnis liegt meistens nicht in der handwerklichen Fähigkeit, sondern in der Konsequenz, mit der man ein Projekt durchführt: etwas mehr Arbeit investieren und sich nicht zu früh mit dem Ergebnis zufriedengeben. Ich bin mir sicher, genau das macht Ihnen auch Spaß, sonst würden Sie dieses Buch nicht in den Händen halten.

## Geeignete Kameras und Objektive

Grob gesagt: Alle Kameras und Objektive, die rein mechanisch funktionieren, lassen sich auch adaptieren bzw. für optische Bauprojekte verwenden. Alles, was in irgendeiner Form auf elektronische Steuerung angewiesen ist, ist leider ungeeignet. Ausnahmen gibt es natürlich immer. Wie Sie im Verlauf dieses Buches sehen werden, gibt es bei der Entwicklung der Kameras immer wieder technische Neuerungen, die ein Adaptieren der Objektive aufwändiger machen. Sind bei den Balgenkameras aus den 30er- bis 50er-Jahren noch Objektiv und Verschluss als eine Einheit gefertigt, die sich komplett von außen bedienen lässt, so wandern in den 50er-Jahren der Spannhebel und auch der Auslöser ins Kamerainnere, und das Auflagemaß verringert sich. Die Kameras werden kleiner und leichter, was aber auch bedeutet, dass mehr Kunststoffe verbaut werden, die teilweise miteinander verklebt sind. Mit dem Einzug von Autofokus und Programmautomatiken ist es dann nur noch möglich, Objektive zu adaptieren, die ohnehin als Wechselobjektive konzipiert sind.

Bei Objektiven von Großformatkameras und Vergrößerern bleibt die manuelle Bedienbarkeit weitgehend erhalten, sodass sich hier oft auch modernere Objektive adaptieren lassen.

Bei einzelnen Linsen taucht das Problem nicht auf. Hier geht es lediglich darum herauszufinden, ob die Linse ein brauchbares Bild auf den Sensor projizieren kann. Der einfachste Weg dabei ist Ausprobieren.

## Die Gewissensfrage

Natürlich stellt man sich nach dem Kauf die Frage: »Will ich wirklich eine Kamera unwiederbringlich zerlegen?« Bei den meisten Balgenkameras ist das nur bedingt ein Problem, da die Objektiv- und Verschlusseinheit in der Regel eine in sich geschlossene Baugruppe bildet und komplett entfernt, aber auch wieder an der ursprünglichen Kamera montiert werden kann. Bei Sucherkameras mit fest montierten Objektiven sieht das schon anders aus. Hier ist es fast immer notwendig, die Kamera teilweise oder komplett zu zerlegen und beispielsweise die Beleuchtung zu entfernen, um an die entsprechenden Schrauben heranzukommen. Auch der Auslösehebel muss eventuell gekürzt werden. Ob man das bei einer komplett funktionsfähigen Kamera machen möchte, muss jeder selbst entscheiden. Findet man eine teildefekte Kamera, bei der zum Beispiel der Filmtransport nicht mehr funktioniert, Teile fehlen oder das Gehäuse stark in Mitleidenschaft gezogen ist, fällt die Entscheidung etwas leichter.

Mir ist es tatsächlich schon passiert, dass ich eine Kamera erworben habe, um das Objektiv zu adaptieren, es aber doch nicht übers Herz gebracht habe, sie zu zerlegen. Sie steht jetzt in der Vitrine.

### Bildqualität alter Objektive

Der Versuchung, alte Objektive aus den letzten 100 Jahren mit modernen Hochleistungsobjektiven zu vergleichen, kann man zwar erliegen, Unterschiede allein auf der Basis der Bildqualität zu bewerten wäre allerdings unfair. Der Hauptunterschied liegt meines Erachtens eher in den speziellen Eigenschaften eines jeden Objektivs. Manche Bildeffekte kann man mit modernen Objektiven einfach nicht erreichen, auch nicht mit nachträglicher Bildbearbeitung. So bleiben beispielsweise die karoförmigen Unschärfekreise des Color Agnar 1:2,8 /45 mm der Agfa Silette LK einzigartig, ebenso das cremige Bokeh des Rodenstock Ysaron 1:4,5/90 mm. Das Schneider-Kreuznach Reomar 1:2,8/45 mm einer Kodak Retinette 1A mag zwar sehr empfindlich auf Gegenlicht reagieren und ist bei Offenblende alles andere als scharf, trotzdem zeigt es einen Look, den man aus den 60er- und 70er-Jahren kennt und mag. Der Charme alter Objektive liegt also im Unvollkommenen, und dadurch streichen sie so manchen Sympathie-Bonus ein. Es ist ähnlich wie in der Musik, Blues klingt auf einer alten Gitarre immer noch am besten.

Eine Reihe von Testaufnahmen einiger Objektive, die in diesem Buch zum Einsatz gekommen sind, finden Sie am Ende des Buches.



*Je moderner die Kamera, desto schwieriger wird es, das Objektiv zu adaptieren und dabei die Bedienbarkeit zu erhalten.*

## Platzbedarf ermitteln

Um ein Objektiv einer alten Kamera an eine moderne Digitalkamera zu adaptieren, muss zuerst einmal der zur Verfügung stehende Platz für einen Adapter, einen Balgen oder ein Gehäuse ermittelt werden. Im Prinzip ist das das Auflagemaß der Spenderkamera abzüglich des Auflagemaßes der Zielkamera.

Das Auflagemaß einer Kamera mit noch verbautem Objektiv kann man relativ genau ermitteln. Dabei ist es zwar wichtig, exakt zu messen, aber eine gewisse Toleranz wird man nicht vermeiden können. Das ist nicht weiter tragisch, denn in den hier vorgestellten Projekten werden wir in der Regel entweder Helicoid-Adapter, also Adapter, die eine Einstellschnecke besitzen, oder Balgen eingesetzt. So geht es hier eher um die Ermittlung des verfügbaren Raumes für die Adaption, um beispielsweise herauszufinden, welchen Helicoid man einsetzen sollte oder ob ein Balgen samt Befestigung überhaupt Platz zwischen Objektiv und Kamera finden würde.

Bei einer Kamera mit Objektiv ist das Vorgehen sehr einfach. Hier misst man den Abstand zwischen der Auflagefläche des Objektivs und der Filmebene mit einem Messschieber, einem Lineal oder, wenn nur wenig Platz zur Verfügung steht, mit einem dünnen, langen Gegenstand, auf dem man das Messergebnis markiert und danach abmisst.

Hat man nur ein Objektiv ohne Kamera zur Verfügung, das man adaptieren möchte, findet aber keine Informationen über das Auflagemaß, weil es sich zum Beispiel um das Objektiv eines Vergrößerers handelt, kann man das Objektiv in einer provisorischen Halterung befestigen und dahinter die Kamera auf einem Einstellschlitten positionieren. Nun verschiebt man das Objektiv so weit, bis ein weit entferntes Motiv auf dem Kameradisplay scharf erscheint. Mithilfe des Einstellschlittens lassen sich noch feinere Korrekturen vornehmen. Dann misst man den Abstand zwischen der Objektivauflage und dem Kamerabajonett.

Bei einer einzelnen Linse muss diese zuerst in eine Fassung und in einen Halter mit Standfüßen gebracht werden. Dann stellt man das Objektiv vor einen weißen Hintergrund und richtet Objektivhalter und Hintergrund parallel aus. Jetzt verschiebt man das Objektiv so weit, bis ein scharfes Bild auf dem Hintergrund erscheint. Das geht am besten in einem etwas abgedunkelten Raum und mit einem weit entfernten, gut beleuchteten Motiv außerhalb des Raumes.



Bei Kameras mit noch verbautem Objektiv, wie hier bei einer alten Balgenkamera, kann man den Abstand zwischen Objektivauflage und Filmebene mit einem Messschieber ermitteln.



Hat man keinen Messschieber zur Hand, lässt sich auch ein Holzstab verwenden, bei dem man das Messergebnis mit einem Stift markiert und es später mit einem Lineal abmessen kann.



Mit einer provisorischen Halterung für das Objektiv und einem Einstellschlitten kann der für einen Balgen zur Verfügung stehende Platz mithilfe der Kamera ermittelt werden. Gemessen wird der Abstand zwischen Objektivauflage und Kamerabajonett, wenn ein auf unendlich gestelltes Motiv scharf auf dem Display erscheint.



Bei Einzellinsen lässt sich der Abstand zwischen Objektivebene und Bildebene ermitteln, indem man Linse und eine improvisierte Fassung in eine passende Halterung stellt und verschiebt, bis sich ein scharfes Bild eines weit entfernten Objekts auf einem weißen Hintergrund zeigt. Den Abstand kann man nun messen und als Basis für den Kamerabau verwenden.



## Basisarbeiten

Sägen, schneiden, nuten, zeichnen, messen:  
Für die hier vorgestellten Projekte sind zwar keine speziellen Fertigkeiten notwendig, es ist aber sinnvoll, sich zuerst einmal mit einigen grundlegenden Arbeitsschritten vertraut zu machen.





## Tipps und Tricks

*Den Mittelpunkt eines runden Kameradeckels kann man über ein Quadrat mit der Seitenlänge des Kreisdurchmessers bestimmen.*



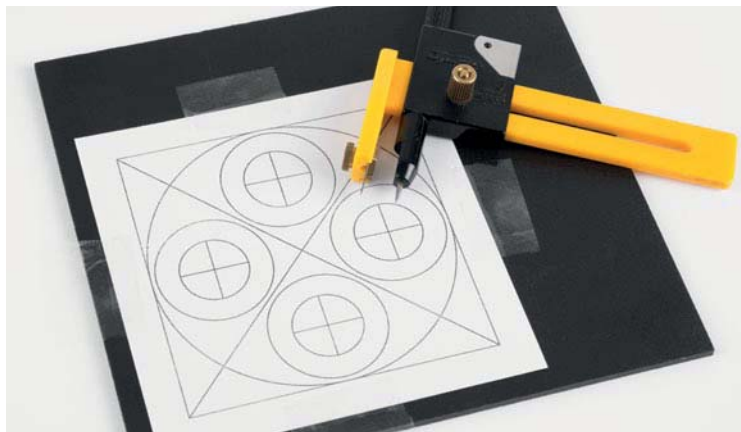
Die Materialien der in diesem Buch vorgestellten Projekte sind zwar einfach zu bearbeiten, doch kommt es in vielen Fällen darauf an, möglichst exakt zu arbeiten. Ich möchte daher hier am Anfang der Projekte einige grundlegende kleine Tipps und Tricks vorstellen, die die Arbeit erleichtern und die Präzision erhöhen können. Detaillierte Anleitungen zu einzelnen Arbeitsschritten finden sich in den jeweiligen Projekten.

### Mittelpunkt bestimmen

Bei einigen Projekten kann es vorkommen, dass man den Mittelpunkt eines runden Objektes, beispielsweise eines Kameradeckels, herausfinden muss, um diesen mit einer exakt mittigen Bohrung zu versehen. Das geht sehr einfach über die Diagonalen eines Quadrates, dessen Seitenlänge dem Durchmesser des Kameradeckels entspricht.

### Schablone zum Zuschneiden verwenden

Um komplizierte Bohrungen oder kreisförmige Ausschnitte in Karton oder Kunststoffplatten exakt auszuführen, ist es sinnvoll, in einem Grafikprogramm zuerst eine Schablone anzufertigen. Dazu vermisst man mit einem Messschieber alle relevanten Bereiche der Objekte, wie zum Beispiel Außendurchmesser oder Durchmesser eines Anschlussgewindes, und zeichnet dann



*Schablonen aus Papier erleichtern das Zuschneiden komplizierterer Ausschnitte enorm.*

anhand der ermittelten Maße die passende Schablone. Der Ausdruck sollte auf einem etwas stärkeren Papier erfolgen. Nun befestigt man die Schablone mit etwas Sprühkleber oder mit Klebeband auf der Platte und kann dann einen Kreisschneider exakt ansetzen bzw. einstellen. Eine Schablone leistet auch gute Dienste, um Bohrlöcher an der richtigen Stelle einzuzeichnen. Die Position lässt sich einfach mit einem spitzen Gegenstand auf das Werkstück übertragen. Dann kann man die Schablone abnehmen und den Bohrer exakt ansetzen.

### Gleich große Teile anzeichnen

Beim Bau von Kameragehäusen geht es oft um Zehntelmillimeter. Daher ist es wichtig, dass alle Gehäuseteile, die die gleiche Größe haben sollen, vor dem Zuschnitt auch gleich angezeichnet werden. Bei wiederholtem Abmessen schleichen sich jedoch



*Ein Musterstück und ein exakter Anschlag ermöglichen es, die Form gleicher Bauteile präzise und schnell zu übertragen.*

ungewollte Toleranzen ein. Mehrere gleiche Teile aus Karton, Kunststoff, Furnier oder anderen Materialien lassen sich ganz einfach mithilfe eines Musterbauteils übertragen. Dazu fertigt man zuerst ein Muster an, das man danach als Übertragungshilfe zum Anzeichnen für die weiteren gleichen Bauteile verwendet. Ein Anschlag aus einer Aluleiste und einem Winkeleisen hilft dabei, die Schablone exakt zu positionieren. Das Muster wird danach beschriftet und wandert in die Schublade, um bei Bedarf wieder verwendet zu werden.

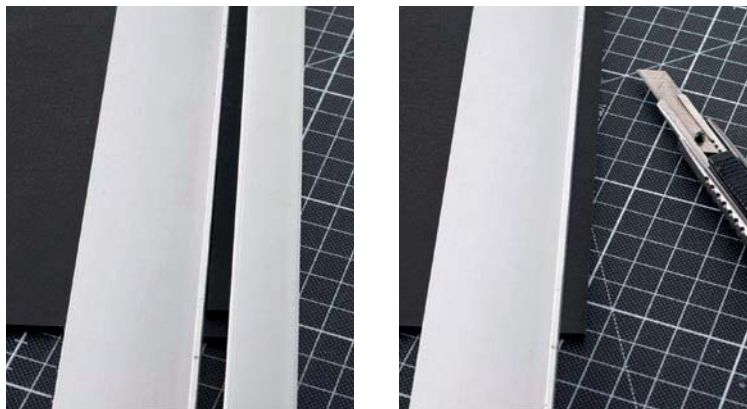
### Gleichmäßige Streifen schneiden

Ob Abstandshalter, Lichtdichtungen oder Führungsleisten, manchmal benötigt man schmale Abschnitte aus Karton oder Moosgummi mehrfach in der exakt gleichen Breite. Auch hier hilft ein Musterstück weiter, diesmal allerdings als Anschlagshilfe für das Schneidelineal. Um das Schneidelineal immer im gleichen

*Um gleich breite Streifen aus Karton zu schneiden, verwendet man ein Musterstück und ein Aluminiumprofil als Anschlagshilfe.*



*Das Musterstück dient als Abstandstück zwischen Schneidelineal und Aluleiste. Zum Schneiden werden Musterstück und Aluleiste wieder entfernt.*



Abstand zum Rand des Werkstücks zu positionieren, legt man das Werkstück zuerst an eine Aluleiste an. Dann legt man das Muster als Distanzstück auf und kann jetzt das Schneidelineal exakt positionieren. Zum Schneiden entfernt man Aluleiste und Distanzstück wieder. So lassen sich ohne erneutes Abmessen und Einzeichnen beliebig viele gleiche Streifen herstellen.

### Profilleisten herstellen

Aus einzelnen dünnen Holzleisten lassen sich mit wenig Aufwand individuelle Profile herstellen. Sie dienen zum Beispiel dazu, eine Kamerastandarte mit einer beidseitigen Nut zu bauen, in die sich der Balgen und die Trägerplatte des Objektivs einsetzen lassen. Um die Leisten auf der gesamten Länge im gleichen Abstand zum Rand zu verleimen, kommen verschiedene Distanz- und Anschlagleisten zum Einsatz. Distanzleisten können dünne Leisten aus Holz, aber auch mehrere Furnier- oder Kartonstreifen sein, die man so kombiniert, dass sie zusammen den gewünschten Abstand ergeben, in dem die Profilleiste aufgeleimt werden soll. Vor dem Verleimen versieht man diese Hilfsleisten mit transparentem Klebeband, um zu verhindern, dass sie mit den anderen Leisten verklebt werden. Danach fixiert man sie zusammen mit den Leisten des Profils mit Kreppband oder kleinen Leimzwingen. Die Hilfsleisten lassen sie sich nach dem Aushärten des Leims problemlos wieder entfernen. Übrig bleibt nur die selbst erstellte Profilleiste.



*Die einzelnen Leisten werden mithilfe von Distanz- und Anschlagleisten miteinander verleimt. Damit sich die Hilfsleisten wieder lösen lassen, werden sie vor dem Verleimen mit transparentem Klebeband versehen. Das Ergebnis ist eine individuelle Profilleiste.*

### Objektivdeckel exakt kürzen

Manchmal ist es notwendig, einen Objektivdeckel exakt parallel zur Kante abzusägen, um ihn beispielsweise als improvisiertes Objektivbajonett zu nutzen. Solche runden Werkstücke lassen sich nur sehr schwer in einen Schraubstock einspannen. Gelingt es doch, geht beim Sägen garantiert etwas schief, und man vergeudet viel Zeit und Mühe, um den Fehler wieder auszugleichen.

Mit einer oder mehreren Holzleisten als Abstandshalter geht das Zuschneiden wesentlich einfacher und exakter. Dafür klebt man zuerst mit etwas Doppelklebeband die Leisten auf das Blatt einer Dübelsäge. Dann fixiert man den Objektivdeckel mit einer Schraubzwinde am Rand eines Tisches. Durch die Abstandshalter lässt sich die Säge nun in einem exakten Abstand zur Tischoberfläche führen. Dabei sägt man immer nur so weit, bis man den Kunststoffrand des Deckels durchtrennt hat. Dann dreht man den Deckel etwas und sägt an der nächsten Stelle weiter.

*Eine feine Dübelsäge wird mit kleinen Brettchen versehen, die als Abstandshalter dienen.*



*Der Deckel wird mit einer Schraubzwinde festgeklemmt. Nun kann man in einem fest definierten Abstand zum Rand des Deckels sägen.*





*Das Ergebnis ist ein exakt parallel zur Kante ausgeführter Sägeschnitt, der nur noch versäubert werden muss.*

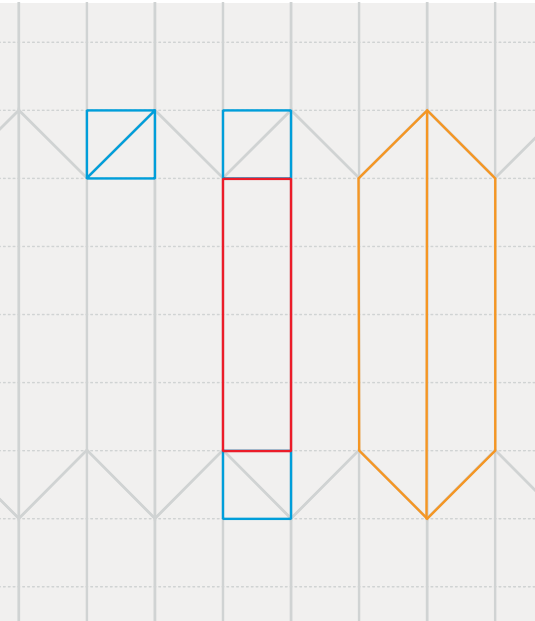
### Lichtlecks erkennen und beseitigen

In der Fotografie soll Licht gezielt durch das Objektiv auf das Aufnahmematerial bzw. den Sensor fallen. Sind Kamera, Objektivgehäuse oder Balgen nicht ganz lichtdicht, kann es zu Fehlbelichtungen kommen. Beim Lichtleck-Objektiv im Kapitel »Linsenexperimente« ist das gewünscht, ansonsten sollte man aber alle Eigenkonstruktionen noch einmal auf Lecks hin untersuchen. Das geht einfach mit einer leuchtstarken Taschenlampe in einem abgedunkelten Raum. Hat man ein Lichtleck gefunden, lässt es sich in der Regel durch etwas wasserlösliche Acrylfarbe beseitigen, aufgetragen mit einem feinen Pinsel.



*Lichtlecks lassen sich mithilfe einer Taschenlampe entdecken und mit Acrylfarbe ausbessern.*

## Einen Balgen selber herstellen



*Der Balgen basiert auf einem Grundraster, aus dem sich die Größe der Balgenfalten (blau) und die trapezförmigen Elemente des Balgens (orange) ergeben. Die Breite und die Höhe des Balgens ergibt sich aus der Höhe der Rechtecke (rot) plus zweimal dem Wert für die Balgenfalten.*

Der Kamerabalgen ermöglicht eine lichtdichte Verbindung zwischen Kamera und Objektiv. Auf den ersten Blick scheint es eine sehr komplizierte Angelegenheit zu sein, Papier oder Karton zu einer Röhre zu falten, die sich wie eine Ziehharmonika auseinanderziehen und zusammenstauchen lässt. Tatsächlich kann es beim ersten Balgen passieren, dass man alles zusammenknüllen und in die Ecke schmeißen möchte. Da hilft nur, Ruhe zu bewahren und zuerst einmal einen Dummy-Balgen zu falten. Dafür können Sie entweder die Seite rechts aus dem Buch heraustrennen oder eine entsprechende Zeichnung selbst erstellen.

### Balgen konstruieren

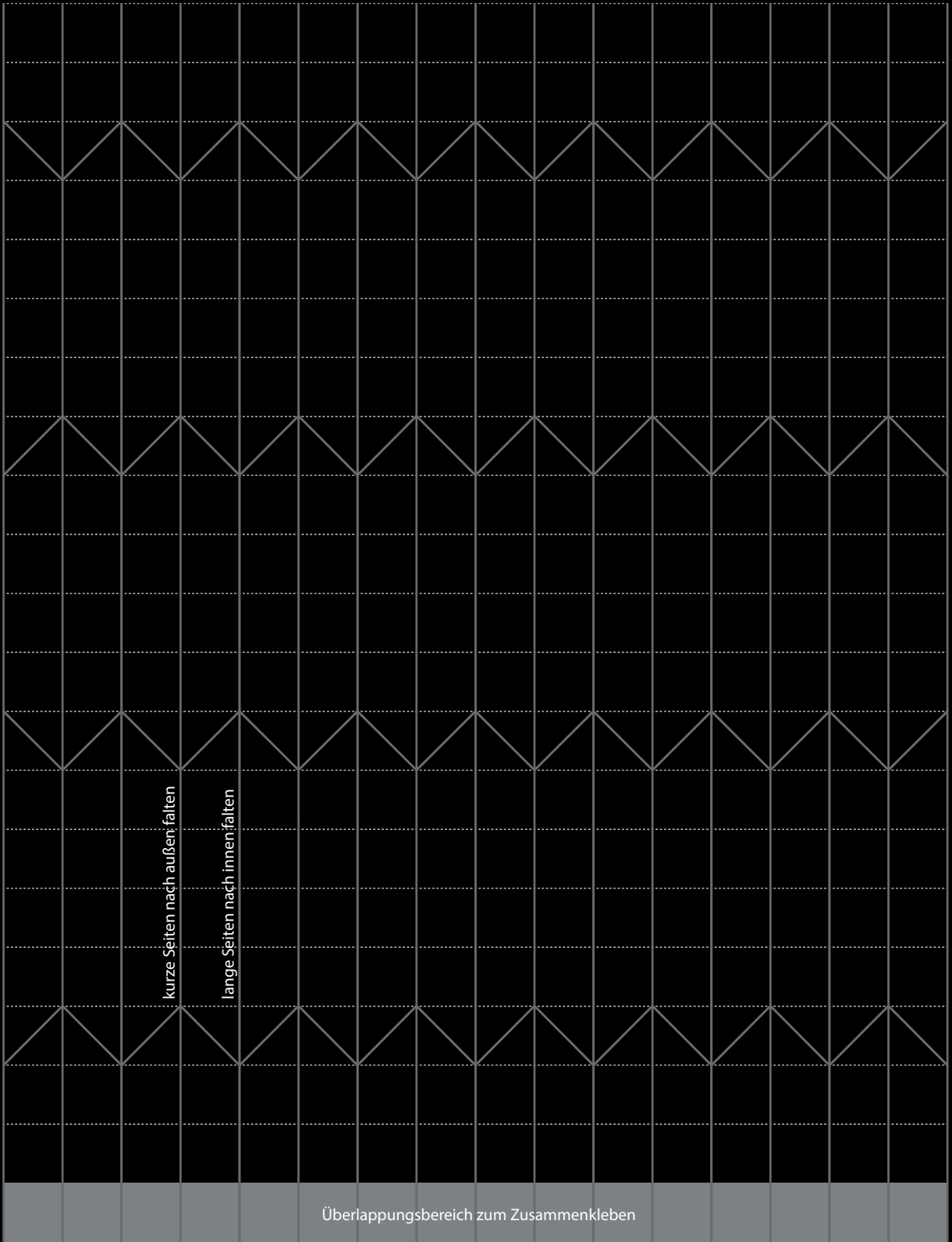
Die Balgen in diesem Buch beruhen auf einem Grundraster von  $10 \times 10$  mm, aus dem sich die Anzahl und Größe der Balgenfalten und die Höhe und Breite des Balgens ergeben.

Zuerst zeichnet man das Grundraster, entweder mit Lineal und Bleistift direkt auf einen Bogen Papier oder in einem Grafikprogramm. Nun legt man die Anzahl der Balgenfalten fest. Sie ergibt sich aus der Anzahl der nebeneinander liegenden Quadrate. Möchte man beispielsweise einen Balgen mit 12 Falten konstruieren, benötigt man 24 Quadrate. Aus der Kantenlänge der Quadrate ergibt sich die Tiefe der Balgenfalten, hier sind es aufgrund unseres Rasters 10 mm.

Im nächsten Schritt bestimmt man die Breite bzw. Höhe des Balgens. Als Hilfe dienen hierbei Rechtecke, die zwischen den Reihen der Balgenfalten liegen. Die Höhe der Rechtecke plus jeweils zwei Quadrate (Balgenfalten) bestimmen die Breite und Höhe des Balgens. Haben alle Rechtecke die gleiche Höhe entsteht ein quadratischer Balgen, bei unterschiedlicher Höhe ein rechteckiger Balgen. Dabei ist zu beachten, dass sich die Quadrate für die Balgenfalten überlappen. Das bedeutet: Ist die gewünschte Balgenbreite 80 mm, so ergeben sich diese 80 mm aus zwei Quadraten à 10 mm und der Höhe des Rechtecks von 60 mm. Nach diesem Prinzip lassen sich Balgen in jeder beliebigen Größe konstruieren.

Nun kann man auf dem Grundraster die Diagonalen der Balgenfalten einzeichnen. Dadurch entstehen aus den Rechtecken

Höhe der Balgenfalten



Kantenlänge des Balgens

Kantenlänge des Balgens

Kantenlänge des Balgens

mit Falzbein nuten

Grundraster





FUJIFILM

X-T2

AGFA COLOR-SOLINAR  
1:2.8/50

SUPER  
PRONTOR

## Sucherkameras der 50er- bis 70er-Jahre

Das Objektiv einer Agfa Super Silette aus den 60er-Jahren macht auch an einer modernen spiegellosen Systemkamera eine gute Figur. Die verwendeten Materialien wie verchromtes Messing oder massives Aluminium, die solide Mechanik und eine wertige Verarbeitung machen Objektiv aus dieser Ära besonders interessant.



## Sucherkamera-Objektive adaptieren



*Von einfach bis hochwertig: Die Auswahl an Kameras auf Flohmärkten und in Internetauktionen ist riesig. Oft werden sogar ganze Pakete an Sucherkameras für kleines Geld angeboten.*

In den 50er- und 60er-Jahren gab es unzählige Kamerahersteller. Man fotografierte in Italien am Meer, beim Picknick und bei der Familienfeier. Es gab Filmpatronen statt Rollfilm, der Balgen war verschwunden und durch ein kompaktes Gehäuse ersetzt, was auch das Auflagemaß deutlich reduzierte.

Viele Objektive haben eine sehr ansprechende Haptik und passen schön an Systemkameras im klassisch orientierten Design. Die Objektive sind in der Regel sehr kompakt und haben eine gute Abbildungsleistung, wobei es hier natürlich Abweichungen nach unten und nach oben gibt. Die Bedienung ist einfach und selbsterklärend.

Anders als bei den Balgenkameras müssen die Kameras aber meistens komplett zerlegt werden, um das Objektiv auszubauen. Je neuer die Kamera, desto geringer ist die Bautiefe. Durch das kürzere Auflagemaß lassen sich viele Sucherkamera-Objektive daher nur mit kurz bauenden Helicoid-Adaptern verwenden oder müssen über eine Kombination von Filteradapterringen an der neuen Kamera befestigt werden.

Ich habe hier eine kleine Auswahl an damals weit verbreiteten Sucherkameras zusammengetragen, bei denen die unterschiedliche Herangehensweise beim Adaptieren der Objektive deutlich wird. Das Prinzip ist jedoch bei allen Modellen ähnlich.

### High-End oder 70er-Jahre-Look

Die Unterschiede und Besonderheiten der einzelnen Objektive sind groß. Grundsätzlich kann man zwar sagen, dass die Qualität zunimmt, je hochwertiger das Objektiv ist, es gibt aber immer auch Ausreißer wie das Color Agnar 1:2,8 /45 mm der damals recht günstigen Agfa Silette LK, das bei der Abbildungsqualität durchaus überzeugen kann.

Bei offener Blende sehen die Resultate oft etwas kontrastarm aus. Dabei sollte man aber bedenken, dass damals auf Film fotografiert wurde und die Ergebnisse stark vom verwendeten Filmtyp abhängig waren, der zusätzlich einen Entwicklungsprozess durchlaufen hat. Beim Einsatz der Objektive an modernen Digitalkameras muss man also ebenfalls die Bildbearbeitung mit einplanen.

Möchte man beispielsweise einen 60er- oder 70er-Jahre-Look, ist die nicht ganz perfekte Qualität eines alten Objektivs deutlich besser geeignet als das knackig scharfe Ergebnis eines modernen Objektivs. Man sollte also nicht gleich enttäuscht sein, sondern überlegen, wie sich der spezielle Charakter des Objektivs am besten einsetzen lässt.



*Bei einigen Objektiven kommt das Bild eher flau aus der Kamera, das lässt sich in der Regel mit etwas Bildbearbeitung ausgleichen. Schwierig ist bei manchen Objektiven die Abbildungsqualität bei offener Blende.*

*Sony NEX-C3 mit Schneider-Kreuznach Reomar 1:2,8/45 mm, Blende 2,8, 1/800 s, ISO 400*

## Kodak Retinette 1A

Eine gebrauchte Retinette war die Kamera, mit der ich meine ersten Fotoerfahrungen gesammelt habe. Das Fotografieren damit war im Vergleich zu heute etwas umständlich, doch die Kamera lag gut in der Hand. Meine ursprüngliche Retinette ist längst verlorengegangen, daher habe ich ein defektes Exemplar vom Flohmarkt für die Adaption des Objektivs ausgewählt.

Zunächst einmal muss das Objektiv ausgebaut werden. Dafür muss bei der Retinette die Belederung entfernt werden, um an vier Schrauben zu gelangen, die die Objektivträgerplatte halten. Nun kann mit einem verstellbaren Objektivschlüssel die Kontermutter gelöst und die Objektiveinheit herausgenommen werden. Sie unterscheidet sich nur wenig von den Einheiten einer Balgenkamera. Sie ist lediglich etwas kompakter, und der Auslösehebel bzw. der Spannhebel des Verschlusses befinden sich auf der Kamerainnenseite zugewandten Seite. Das bedeutet, dass man im Gegensatz zu den Objektiven einer Balgenkamera den Verschluss nicht mehr manuell spannen und auslösen kann. Er muss dauerhaft geöffnet sein, um das Objektiv an einer modernen Digitalkamera nutzen zu können.

Im nächsten Schritt wird das Objektiv an einem M42-Kameradeckel befestigt, um den Anschluss an einen Helicoid zu ermöglichen. Beim Objektiv der Retinette liegt der Verschlussaufzug relativ weit außen, sodass er in das M42-Gewinde des Kameradeckels ragen würden. Die Lösung ist hier eine 3 Millimeter starke Zwischenplatte aus Kunststoff. Sie erhält eine mittige Bohrung von 25 mm, um das Objektiv zu befestigen, und eine kleine Bohrung, die den Verschluss-Spannhebel aufnimmt. Bei den Objektiven anderer Sucherkameras, zum Beispiel der Agfa Silette, liegt der Spannhebel weiter innen, sodass man das Objektiv direkt auf den M42-Kameradeckel montieren kann.

Nun wird der Auslösehebel so weit gekürzt, dass er nicht mehr aus dem Objektiv herausragt und das Objektiv plan auf der Zwischenplatte aufliegen kann. Dann stellt man die Belichtungszeit auf »B« und spannt den Verschluss mit einer Zange. Jetzt betätigt man den Auslöser und fixiert diesen mit einem kleinen Stück Kunststoff. So bleibt der Verschluss dauerhaft offen.

Jetzt baut man den Adapter schichtweise aus unterschiedlich starken Kunststoffringen und einem kurzen M42-Zwischenring auf oder setzt einen entsprechenden Helicoid zwischen M42-Kameradeckel und Kamera-Adapter ein.



*Die Kodak Retinette 1A ist eine typische Vertreterin der frühen 60er-Jahre-Kameras. Das Objektiv ist noch komplett aus Metall gefertigt und verfügt über fünf Blendenlamellen.*



*Kontrast gehört nicht zu den Stärken des Retinette-Objektivs. Die Ergebnisse müssen deutlich nachbearbeitet werden. Sony NEX-C3 mit dem Schneider-Kreuznach Reomar 1:2,8/45 mm einer Kodak Retinette 1A, Blende 8, 1/640 s, ISO 400*



*Das Schneider-Kreuznach Reomar 1:2,8/45 mm, hier mit einem Helicoid, an einer Sony Alpha NEX-C3.*

*Hat man die Schrauben gefunden, die sich meistens unter der Belederung befinden, kann man die Kamera so weit zerlegen, dass man die Objektivträgerplatte ausbauen kann, die das Objektiv mit dem Gehäuse verbindet.*



*Jetzt kann man mit einem speziellen Objektivschlüssel die Kontermutter lösen und Objektiv und Trägerplatte trennen.*



*Objektiv und Verschluss bilden eine kompakte Einheit und lassen sich mithilfe der Kontermutter an einer neuen Adapterplatte befestigen. Das rote Kabel dient der Blitzauslösung über die Synchronbuchse und wird nicht benötigt. (1) Spannvorrichtung für Verschluss, (2) Auslösehebel, (3) Kontermutter.*





Da die Spannvorrichtung für den Verschluss bei der Retinette relativ weit außen liegt, kann man die dafür notwendige Aussparung nicht in einen M42-Kameradeckel integrieren, sondern muss eine Zwischenplatte aus Kunststoff anfertigen, an die ein Kameradeckel mit M42-Gewinde geklebt wird.



Bei manchen Objektiven liegt der Verschluss-Spannhebel weiter innen, und man kann man direkt einen M42-Kameradeckel mit einer passenden Bohrung versehen. So erhält das Objektiv einen Anschluss an weiteres M42-Zubehör, etwa einen Helicoid oder einen Zwischenring. Links: Agfa Super Silette, rechts: Agfa Silette, Detailbild: gekürzter Auslösehebel, mit einem Stück Kunststoff blockiert.



Hat man keinen Helicoid zur Verfügung, kann der Aufbau des Adapters auch schichtweise erfolgen. Von oben nach unten: Objektiv, zwei Zwischenplatten à 3 mm, M42-Kameradeckel, 12-mm-Zwischenring, 1-mm-Gummiring, Adapter von Kamerabajonett auf M42.





*Das Color Agnar zeigt eine gute Abbildungsleistung, aber karoförmige Unschärfekreise, hervorgerufen durch lediglich vier Blendenlamellen. Fujifilm X-H1 mit Color Agnar 1:2,8/45 mm, Agfa Silette LK sensor, Blende 5,6, 1/640 s, ISO 200*



*Das Minotar liefert gute Kontraste auch bei bedecktem Himmel.  
Sony NEX-C3 mit Color-Minotar 1:2,8/35 mm, Blende 8, 1/1600 s, ISO 400*

## Um 360 Grad drehbares Shift-Objektiv



*Eine Agfa Isolette liefert das Objektiv, das sich dank des großen Auflagemaßes auch an eine Vollformat-Spiegelreflexkamera adaptieren lässt.*

Bei einem klassischen Shift-Objektiv wird das Objektiv parallel zur Sensorebene verschoben, um das Auftreten von stürzenden Linien zu vermeiden. Das Haupteinsatzgebiet ist die Architekturfotografie. Aber auch Panorama-Aufnahmen mithilfe mehrerer Einzelbilder sind damit möglich, ohne die Kamera zu versetzen. Shift-Objektive sind jedoch relativ teuer. Wenn es nicht auf die exakte, millimetergenaue Verschiebung des Objektivs ankommt, lässt sich mit einfachen Mitteln ein günstiges, drehbares Shift-Objektiv aus dem Objektiv einer alten Balgenkamera herstellen.

### Das Basisobjektiv

Als Basis für dieses Projekt eignen sich im Prinzip alle Objektive von Mittelformat-Balgenkameras. Sie besitzen einen großen Bildkreis und lassen durch das große Auflagemaß der Kamera in der Regel auch eine Adaption an eine Vollformat-Spiegelreflexkamera zu. Die Wahl fiel hier auf das Agfa Apotar 1:4,5/80 mm einer Agfa Isolette. Wie schon im Kapitel über die Adaption von Balgenkamera-Objektiven beschrieben, ist der Ausbau des Objektivs denkbar einfach.

Für den Bau des Shift-Objektivs werden zusätzlich ein drehbarer Filter mit 58 mm Durchmesser, zum Beispiel von einem alten Polfilter, ein Filteradapter von 58 auf 52 mm und ein Adapter von 52 auf 42 mm benötigt. Ein 15-bis-26-mm-Helicoid-Zwischenring sorgt für die Möglichkeit zu fokussieren, und ein Adapter von M42 auf das gewünschte Kamerabajonett ermöglicht die Verbindung zur Kamera. Aus 3 mm starkem schwarzem Kunststoff wird die Aufnahmeplatte für das Objektiv gefertigt.

### Objektivaufbau

Zuerst einmal muss das Glas aus dem drehbaren Filter mit 58 mm Durchmesser ausgebaut werden. Hier ist es mit einem eingeschraubten Gewinding befestigt, der sich mit einem Objektivschlüssel entfernen lässt.

Im nächsten Schritt wird die Befestigungsplatte für das Objektiv aus einer 3 mm starken Kunststoffplatte ausgeschnitten. Das Loch für die Aufnahme des Objektivs ist dabei nicht mittig, sondern um 11 mm vom Mittelpunkt der Platte aus versetzt.

Hier kommt wie schon öfter, ein Schneidezirkel zum Einsatz. Passen Objektiv, Platte und drehbarer Filterhalter zusammen, kann die Platte in den Filterhalter eingeklebt werden, sodass die Befestigungsplatte bündig mit dem oberen Rand des Filterhalters abschließt. Danach wird das Objektiv mit der Kontermutter befestigt und der Verschluss im Modus »B« ausgelöst. Damit er dauerhaft offen bleibt, kann man ihn mit einer Schraube im Drahtauslöseranschluss fixieren.

Jetzt können die Filteradapter, der Helicoid und der Kamera-Adapter montiert werden. Zum Schluss sollte man alles noch einmal mit einem Blasebalg oder Druckluft reinigen.

Der hier beschriebene Aufbau des Shift-Objektivs bezieht sich auf den Einsatz an einer Nikon-Vollformatkamera mit einem Auflagemaß von 46,5 mm. Die unterschiedliche Bauhöhe bei der Verwendung von anderen Kameras oder Objektiven kann durch ein längeren oder kürzeren Helicoid ausgeglichen werden.

### Das Shift-Objektiv im Einsatz

Da das Objektiv lediglich verdreht und nicht verschoben wird, ist der Versatz in jede Richtung fest. Vom eigentlichen Mittelpunkt des Objektivs aus gesehen sind es 11 mm. Dabei bleibt das Objektiv immer parallel zum Sensor ausgerichtet. Die Fokussierung kann wahlweise über den Fokusring des Objektivs erfolgen oder über den Helicoid, was wesentlich komfortabler ist.

Selbstverständlich ist ein stabiles Stativ notwendig, damit keine Verwacklungen bei den einzelnen Aufnahmen entstehen können. Auch sich bewegende Motive eignen sich leider nicht, obwohl es sicherlich interessant wäre, zu sehen, was bei solchen Motiven beim späteren Stitchen herauskommt.

Die Nutzungsmöglichkeiten des Objektivs sind erstaunlich vielfältig. Um eine Panoramaaufnahme zu erstellen, ohne dabei die Kamera zu versetzen, genügt es, jeweils eine Aufnahme mit dem Objektiv in der ganz linken bzw. ganz rechten Stellung zu machen. Möchte man eine hochauflösende Gesamtaufnahme erstellen, sind insgesamt mindestens zwölf Aufnahmen nötig, um die notwendige Überlappung der Einzelaufnahmen zu erreichen. Das entspricht einer Drehung des Objektivs von 30 Grad pro Einzelbild. Ein paar Aufnahmen mehr können aber auch nicht schaden, so ist man später beim Stitchen auf der sicheren Seite.

Durch diese Multishot-Technik lässt sich ein großer Teil des Bildkreises des Objektivs nutzen. Dadurch erhält man eine deutlich höhere Auflösung im Vergleich zu einer Einzelaufnahme mit der gleichen Brennweite.



Aufbau des drehbaren Shift-Objektivs von oben nach unten: (1) Objektiv, (2) Befestigungsplatte, (3) drehbarer Filterhalter, (4) Filteradapter 52 auf 58 mm, (5) Filteradapter 42 auf 52 mm, (6) Helicoid, (7) Adapter M42 auf Kamerabajonett, (8) Schraube zur Fixierung des Verschlusses

*Durch den drehbaren Filteradapter wird das Objektiv um 11 mm außerhalb der Mitte versetzt und lässt sich um 360 Grad parallel zur Sensorebene rotieren.*



Bei der Nikon D800, die hier zum Einsatz gekommen ist, können Aufnahmen bis über 80 Megapixel realisiert werden. Bei der Planung der Aufnahmen sollte man aber berücksichtigen, dass relativ viel Beschnitt anfällt, da durch die Drehung des Objektivs die Ecken des Formats nicht komplett erfasst werden.

### **Drehbares Weitwinkel-Shift-Objektiv für APS-C**

Bei den kleineren Sensorformaten, wie etwa APS-C oder Micro Four Thirds ist kein so großes Bildfeld notwendig wie bei einer Vollformatkamera. Das ermöglicht es auch, Objektive aus dem

*Das Shift-Objektiv wiegt lediglich 167 Gramm und ist einfach zu bedienen. Aus den 36 Megapixeln der Nikon D800 lässt sich durch die Kombination von zwölf Einzelaufnahmen eine Gesamtaufnahme von mehr als 80 Megapixeln erzielen.*



Kleinbild-Bereich als Shift-Objektive zu verwenden. Der Vorteil ist dabei, dass es deutlich mehr Auswahl an unterschiedlichen Brennweiten gibt. Der Nachteil ist: Der Platz für die Adaption ist etwas eng. Ein Helicoid lässt sich hier nicht gleichzeitig mit einer drehbaren Filterfassung verbauen. Dabei würde die Einstellung auf unendlich verloren gehen. Zudem lässt sich auch nicht jedes Kamerabajonett einfach befestigen.

Ich habe mich daher für ein günstiges M42-Weitwinkelobjektiv entschieden. Genauer gesagt für ein Macro Revuenon 1:4/24 mm, das an eine Fijifilm X-H1 adaptiert werden soll.

Der Aufbau ist im Prinzip sehr ähnlich wie bei der schon beschriebenen ersten Version. Ein Adapter von M42 auf das Bajonett der Fujifilm-Kamera und eine drehbare Filterfassung mit 58-mm-Gewinde bilden die Hauptbestandteile. Der Rest des Adapters wird schichtweise aus Filteradapterringen aufgebaut. Als Vergleichsmaßstab diente mir dabei ein fester Adapter von Fujifilm-X auf M42.

Der mögliche Versatz hängt von den zur Verfügung stehenden Filteradapttern ab und ist eher moderat. Auf Grund des größten Adapterringes von 60 mm beträgt er hier lediglich 7 mm. Was aber schon einen deutlichen Zugewinn an Format bedeutet. Ein größerer Versatz ist durchaus möglich, allerdings sollte man dann zuerst überprüfen ob sich alle Einzelbilder genügend überlappen, damit sich noch ein komplettes Gesamtbild aus den Einzelaufnahmen stitchen lässt. Das lässt sich relativ einfach überprüfen indem man die Kamera auf ein Stativ stellt und das gewünschte Objektiv vor die Kamera hält. Jetzt bewegt man das Objektiv vertikal bzw. horizontal und kontrolliert im Live-View ob der Überlappungsbereich zwischen der ganz linken bzw. rechten



*Ein Adapter von M42 auf Fujifilm-X dient als Maßstab für den Shift-Adapter. Hier muss der oberste Filteradapterring noch etwas abgeschliffen werden.*



*Das Abschleifen des Adapters geht am besten wenn man ihn auf eine plane Unterlage legt und den Adapter über das Schleifpapier bewegt.*

Position des Objektivs mindestens 30 Prozent beträgt. Eine mittige Aufnahme des Objektivs ist wegen der Bauform des Adapters ja nicht möglich. Damit währenddessen nicht zu viel Streulicht auf den Sensor fällt kann man sich für diesen Test mit einem improvisierten Zwischenstück aus dem Pappkern einer Küchenrolle behelfen, das man auf die hier notwendigen 28 mm (Bauhöhe des Adapters) gekürzt hat.

Das Objektiv wird wie beim ersten Adapter wieder in einer Kunststoffplatte befestigt, die in den obersten Filterring eingesetzt wird. Dieses Mal muss es jedoch eingeklebt werden, da kein Platz für eine M42-Gegenmutter vorhanden ist. Man sollte also für dieses Projekt nur ein Objektiv verwenden, das nicht mehr benötigt wird.

Da der selbst gebaute Shift-Adapter keinen einstellbaren Helicoid besitzt muss er sehr exakt gefertigt werden. Die exakte Bauhöhe wird man wahrscheinlich nicht auf Anhieb erreichen, so dass der Adapter entweder etwas geürzt oder verlängert werden muss. In diesem Fall stellte sich heraus, dass der Adapter, nach dem Zusammenbau aller Bauteile, etwa 1 mm zu hoch war. Dieses Übermaß lässt sich aber problemlos durch das Abschleifen des obersten Filterrings korrigieren. Eventuell zu kurze Adapter kann man durch dünne Lagen aus Karton zwischen den einzelnen Elementen etwas verlängern.

Durch den Versatz von 7 mm liegt die erreichbare Bildgröße durch Multishot-Aufnahmen bei dieser Variante, abzüglich des Beschnitts, bei etwa 44 Megapixeln im Vergleich zu den 24 Megapixeln einer Einzelaufnahme.

*Das 24 mm M42-Weitwinkelobjektiv hat einen Versatz von 7 mm und ermöglicht es, durch Multishot-Aufnahmen einen Bildausschnitt an einer APS-C-Kamera darzustellen, der in etwa dem eines 30-mm-Objektivs entspricht. Der Formatfaktor reduziert sich dadurch von 1,5 auf 1,25. Gleichzeitig erhöht sich die Bildgröße auf etwa 180 Prozent.*





### Shift-Experimente

Das drehbare Shift-Objektiv lädt natürlich auch zum Experimentieren ein. Kreisförmige Bewegungsunschärfen entstehen beispielsweise, wenn man das Objektiv während einer Langzeitbelichtung dreht. Für das Ergebnis spielt zum einen die Belichtungsdauer, zum anderen die Drehgeschwindigkeit eine Rolle. Aber auch der Drehweg und die Verweildauer auf einer Objektivstellung haben Einfluss auf das Bildergebnis.

Es muss aber nicht immer ein Objektiv sein. Auch eine Shift-Lochkamera ist ein denkbare Projekt mit sicherlich interessanten Bildergebnissen. Hier muss dann, wie bei Lochkamas üblich, nicht auf einen bestimmten Abstand zum Sensor geachtet werden. Auf den Helicoid kann man daher verzichten. Welchen seitlichen Versatz ein Lochkamera-Vorsatz erlaubt, kann mit geringem Aufwand ausprobiert werden.

*Dreht man das Objektiv während einer Langzeitbelichtung, entstehen kreisförmige Bewegungsunschärfen.*





Multishot-Aufnahme mit drehbarem Shift-Objektiv. Nikon D800 mit Agfa Apotar 1:4,5/80 mm, zwölf Einzelaufnahmen (gelber Rahmen), Blende 22, 1/125 s, ISO 200. Nach dem Stitchen entsteht eine Gesamtbildgröße von ca. 118 Megapixeln, die nach dem Beschnitt auf ein rechteckiges Format noch eine Größe von etwa 89 Megapixeln hat (roter Rahmen).

Abbildung rechts: Multishot-Aufnahme mit drehbarem M42-Weitwinkel-Shift-Objektiv. Fujifilm X-H1 mit Revuenon 1:4/24 mm, zwölf Einzelaufnahmen, Blende 8, 1/125 s, ISO 100, Bildgröße: 48 Megapixel



## Mehrfachobjektive



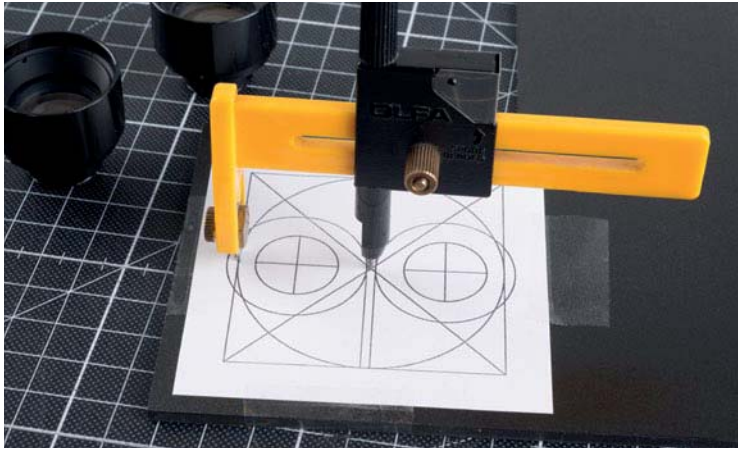
*Diese Polaroid-Miniportrait-Kamera aus den späten 70er-Jahren spendet gleich vier Objektive.*

Die Basis für dieses Mehrfachobjektiv-Projekt liefern zwei Polaroid-Miniportrait-Kameras. Defekte Exemplare gibt es immer mal wieder günstig im Internet zu ersteigern. Da lediglich die vier Objektive gebraucht werden, ist der Zustand der restlichen Kamera nicht relevant. Hier fehlten zum Beispiel die kompletten Rückwände. Aber auch vollkommen intakte Exemplare lassen sich ohne schlechtes Gewissen verwenden, denn die vier Objektive lassen sich einfach heraus- und natürlich auch wieder hineinschrauben, dazu ist nicht einmal Werkzeug notwendig. Man kann sich also die Objektive für dieses Projekt sozusagen »ausleihen«. Die Blenden befinden sich nicht in den Objektiven, sondern sind in die Frontplatte der Kamera integriert, sodass man es mit vier Objektiven mit fester Blende zu tun hat. Diese Objektive sollen nun im Paar, zu dritt oder zu viert in eine neue Frontplatte eingebaut werden, die über verschiedene Filteradapter, einen Helicoid und Zwischenringe an eine Vollformat-Spiegelreflex-Kamera adaptiert wird.

Die Polaroid-Miniportrait-Kameras verfügen über keinerlei Fokussiermöglichkeit, der korrekte Abstand zum Motiv wird mit einem kleinen Maßband ermittelt, das in den Kamerafuß eingebaut ist. Durch die Aufteilung des Kameragehäuses in vier Schächte ist es mit der Miniportrait möglich, mit einer Aufnahme vier gleiche Bilder zu erstellen. Eine ähnliche Art der Mehrfachaufnahme gab es auch schon im späten 19. Jahrhundert unter dem Namen »Carte de Visite«-Fotografie.

Eine exakte Trennung der Einzelbilder ist bei der hier vorgestellten Adaption nicht möglich. Stattdessen überlappen sich die von den Objektiven erzeugten Bilder auf dem Sensor und hinterlassen je nach Anzahl der Objektive einen kaleidoskopartigen Eindruck. Zusätzlich lassen sich die Objektive durch den Helicoid fokussieren und mittels der drehbaren Fassung verdrehen.

Die Beschreibung des Adapteraufbaus zeigt hier die Variante mit zwei Objektiven des Modells 454 der Polaroid Miniportrait. Bei der Vierfach-Variante wurden die kleineren Objektive des Modells 402 verwendet. Der Aufbau unterscheidet sich etwas durch das andere Auflagemaß. Bei dem Vierfach-Objektiv habe ich auf die drehbare Filterfassung verzichtet.



*Eine Papierschablone, in einem Grafikprogramm erstellt, hilft dabei, die Kunststoffplatte exakt zuzuschneiden.*



*Die vier kleineren Objektivstämme stammen vom Modell 402 der Polaroid Miniportrait, die etwas größeren vom Modell 454.*



*Die beiden Objektivstämme werden in die Grundplatte eingeklebt, die wiederum in einen Filteradapter und dann komplett in eine drehbare Filterfassung eingesetzt wird.*

*Ein Zwischenring und ein Helicoid sorgen für den notwendigen Abstand zum Sensor. Eine drehbare Filterfassung ermöglicht zusätzliche Effekte durch das Verdrehen des Objektivs.*



Zuerst wird die Aufnahmeplatte für die beiden Objektiv aus einer 3 mm starken Kunststoffplatte gefertigt. Eine Zeichnung mit den Maßen der Objektiv erleichtert das Übertragen auf die Platte. Diese Platte klebt man nun in einen Filteradapter von 58 mm auf 62 mm. Dann setzt man die Objektiv ein und fixiert sie mit Klebstoff. Im Grunde genommen ist damit auch schon die meiste Arbeit getan. Die restlichen Schritte dienen nur dazu, das Objektiv mit dem Helicoid bzw. mit der Kamera zu verbinden.

#### **Der Aufbau des Zweifach-Objektivs:**

- 2 Objektiv Polaroid Miniportrait Modell 454
- Adapterplatte aus Kunststoff
- Filteradapter 58 mm auf 62 mm
- drehbare Filterfassung 58 mm
- Filteradapter 52 mm auf 58 mm
- Filteradapter 42 mm auf 52 mm
- Adapter M42 auf Nikon-F-Bajonett
- Nikon-kompatibler Zwischenring 31 mm

#### **Geteiltes Bild ist doppeltes Bild**

Dieses Wortspiel zeigt recht anschaulich, was sich mit dem Zweifach-Objektiv erreichen lässt. Ist das Zweifach-Objektiv waagrecht ausgerichtet, entsteht ein Bild, bei dem sich beide Aufnahmen im mittleren Bereich überlappen. Durch das Drehen des Objektiv verändern sich die Bildausschnitte. Beide Objektiv werden zwar durch das Verstellen des Helicoid-Adapters



*Wie bei einer klassischen Doppelbelichtung lassen sich zwei Bilder mit dem Doppelobjektiv kombinieren. Der jeweilige Bildanteil lässt sich aber durch das Drehen des Objektivs verändern und vor allem direkt im Sucher beurteilen.*

fokussiert, das bedeutet aber nicht zwingend, dass der Bildausschnitt des anderen Objektivs ebenfalls scharf abgebildet wird. Hier kann der Ausschnitt eventuell ein weiter entferntes oder näher liegendes Detail zeigen – ein Umstand, an den man sich erst einmal gewöhnen muss.

### Die Vierfach-Variante

Ähnlich verhält es sich mit dem feststehenden Vierfach-Objektiv. Durch das kürzere Aufmaß der Objektive des Modells 402 ist der Aufbau etwas anders. Auch hier werden zuerst die Objektive in eine selbst gefertigte Adapterplatte eingesetzt. Danach wird aber zuerst der Objektivkorpus provisorisch zusammengebaut und an die Kamera angesetzt. Nun kann man die Objektive exakt ausrichten, sodass sie gerade an der Kamera sitzen. Dann wird die Objektivgruppe endgültig in den Filteradapter geklebt. Selbstverständlich ist auch hier der Einsatz einer drehbaren Filterfassung möglich.

#### Der Aufbau des Vierfach-Objektivs:

- 4 Objektive Polaroid Miniportrait Modell 402
- Adapterplatte aus Kunststoff
- Filteradapter 52 mm auf 58 mm
- Filteradapter 42 mm auf 52 mm
- Helicoid 15 bis 26 mm
- M42-Zwischenring 20 mm
- Adapter M42 auf Nikon-F-Bajonett

## Kreativer Spielraum

Selbstverständlich gibt es auch bei diesem Projekt neben der Anzahl der Objektive noch weitere Variationsmöglichkeiten. Eine Alternative zu auf einer Ebene platzierten Objektiven ist, jedes Objektiv in einem anderen Abstand zur Sensorebene zu montieren. Das kann dadurch erreicht werden, dass man jedes Objektiv mit einer oder mehreren Unterlegscheiben montiert. Jetzt ist beim Fokussieren immer nur das Bild eines Objektivs scharf, die Abbildungen der anderen Objektive werden mehr oder weniger unscharf abgebildet und sorgen dadurch für einen Weichzeichner-Effekt. Aber auch unterschiedliche FarbfILTER vor den Objektiven liefern kreativen Spielraum. Stellt man die Kamera auf ein Stativ und dreht das Objektiv während einer Langzeitbelichtung, entstehen bogenförmige Bewegungsunschärfen.

Aufgrund der vielen Möglichkeiten und der Tatsache, dass man zum Teil beide Hände benötigt, um beispielsweise gleichzeitig einen Filter vor eines der Objektive zu halten, zu fokussieren und eventuell noch das Objektiv zu drehen, sollten die ersten Aufnahmen besser vom Stativ aus erfolgen.



*Zweifach- und Vierfach-Objektiv.  
Beide liefern überraschende  
Ergebnisse, die sich vielfältig  
variieren lassen.*



*Klare Strukturen lassen sich mit dem drehbaren Doppelobjektiv intuitiv ineinander verschachteln. Fujifilm X-H1 mit Doppelobjektiv, 1/160 s, ISO 200*







*Fast schon verwirrend sind die vier unterschiedlichen Blickwinkel beim Vierfach-Objektiv. Nikon D800 mit Vierfachobjektiv, 1/60 s, ISO 100*

*Ein Baum im Stadtpark wirkt durch die sich überlappenden Bildausschnitte wie ein von Nebel durchzogener Märchenwald. Nikon D800 mit Vierfachobjektiv, 1/4000 s, ISO 500*